



⑪ Numéro de publication : **0 522 941 A1**

⑫

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑪ Numéro de dépôt : **92401919.3**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **G01P 3/46, G01D 5/20**

⑫ Date de dépôt : **03.07.92**

③① Priorité : **11.07.91 FR 9108735**

⑦② Inventeur : **Maestre, Jean-François**  
**2A, allée Paul Valéry**  
**F-21000 Dijon (FR)**

④③ Date de publication de la demande :  
**13.01.93 Bulletin 93/02**

⑦④ Mandataire : **Fournier, Michel et al**  
**SOSPI 14-16, rue de la Baume**  
**F-75008 Paris (FR)**

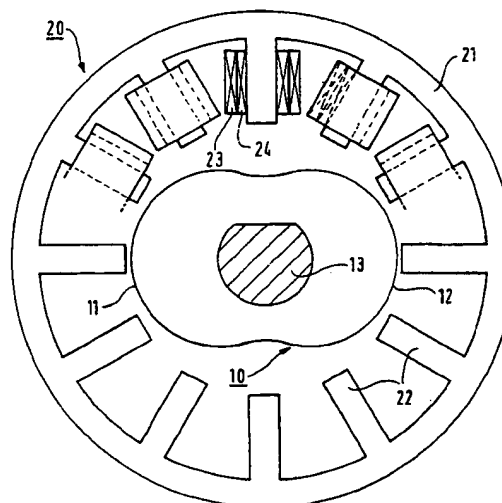
⑧④ Etats contractants désignés :  
**AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE**

⑦① Demandeur : **GEC ALSTHOM SA**  
**38, avenue Kléber**  
**F-75116 Paris (FR)**

⑤④ Dispositif pour la mesure de la position angulaire d'un rotor par rapport à un stator.

⑤⑦ Capteur pour la mesure de la position angulaire d'un rotor par rapport à un stator, caractérisé en ce qu'il comprend un rotor (10) en matériau magnétique comprenant 2p lobes, p étant un nombre entier, et, autour du rotor, un stator (20) en matériau magnétique comprenant des dents (22) en nombre égal à un multiple de 2n.p, n étant le nombre de phases du capteur, chaque dent étant entourée par une première bobine (23) dite excitatrice et par une seconde bobine (24) dite réceptrice, les bobines excitatrices étant reliées en série phase par phase et disposées sur les dents de manière que les flux magnétiques produits par ces bobines dans deux dents adjacentes soient dirigés dans des sens opposés, l'ensemble desdites bobines excitatrices étant alimentées par une tension ou un courant alternatifs, les paires de bobines réceptrices (24) relatives à une même phase et décalées de 180 degrés électriques étant mises en série, l'enveloppe du signal aux bornes de chacune de ces paires de bobines réceptrices représentant à un facteur d'échelle près l'angle de rotation dudit rotor par rapport audit stator.

FIG. 1



EP 0 522 941 A1

La présente invention est relative à un dispositif de mesure de la position angulaire d'un rotor par rapport à un stator.

L'invention trouve une application particulièrement intéressante, mais non exclusive, dans le domaine de la commande des moteurs électriques.

La Demanderesse a décrit, dans le brevet français n°88 13 272, un dispositif pour la mesure de l'angle de rotation d'un rotor de moteur par rapport à son stator, comprenant  $2n$  capteurs magnétiques disposés selon une circonférence fixe par rapport au stator,  $n$  étant le nombre de phases du moteur, chaque capteur comprenant un circuit magnétique muni d'une bobine émettrice et d'une bobine réceptrice, les capteurs étant groupés deux par deux, les capteurs d'un même groupe étant décalés de 180 degrés électriques, les groupes étant régulièrement décalés les uns par rapport aux autres d'un angle géométrique égal à  $k.360/2p$ , où  $k$  est un nombre arbitraire et  $p$  le nombre de paires de pôles du moteur, les bobines émettrices étant toutes reliées en série et alimentées par une tension alternative comprise entre 2 et 15 kHz, les bobines réceptrices d'un même groupe de capteurs étant connectées en série, l'enveloppe des signaux aux bornes de ces ensembles de bobines réceptrices représentant, à un déphasage près, l'image de la mesure de l'angle de rotation dudit rotor.

Un mode de réalisation du capteur précité a été décrit en détail dans le certificat d'addition français n° 89 10 533.

Un tel capteur fonctionne bien mais il est de réalisation relativement onéreuse, en particulier pour les capteurs utilisés pour les moteurs à faible nombre de pôles (au-dessous de six pôles par exemple).

Un but de la présente invention est de réaliser un capteur de prix de revient abaissé, en particulier pour les capteurs à faible nombre de paires de pôles, tout en conservant la même précision et la même sûreté de fonctionnement.

L'invention a pour objet un capteur pour la mesure de la position angulaire d'un rotor par rapport à un stator, caractérisé en ce qu'il comprend un rotor en matériau magnétique comprenant  $2p$  lobes,  $p$  étant un nombre entier, et, autour du rotor, un stator en matériau magnétique comprenant des dents en nombre égal à un multiple de  $2n.p$ ,  $n$  étant le nombre de phases du capteur, chaque dent étant entourée par une première bobine dite excitatrice et par une seconde bobine dite réceptrice, les bobines excitatrices étant reliées en série phase par phase et disposées sur les dents de manière que les flux magnétiques produits par ces bobines dans deux dents adjacentes soient dirigés dans des sens opposés, l'ensemble desdites bobines excitatrices étant alimentées par une tension ou un courant alternatifs, les paires de bobines réceptrices relatives à une même phase et décalées de 180 degrés électriques étant mises en série, l'enveloppe du signal aux bornes de chacune de ces paires de bo-

binas représentant à un facteur d'échelle près l'angle de rotation dudit rotor par rapport audit stator.

Avantageusement, les diverses paires de bobines réceptrices relatives à une même phase sont toutes mises en série.

L'invention sera bien comprise par la description donnée ci-après d'un exemple de réalisation de l'invention, en référence au dessin annexé dans lequel:

- la figure 1 est un schéma de principe du capteur de l'invention,
- la figure 2 est un schéma montrant les connexions des bobines du stator du capteur,
- la figure 3 est un diagramme montrant la forme du signal aux bornes d'une bobine réceptrice,
- la figure 4 est un diagramme montrant la forme du signal recueilli aux bornes du circuit constitué par deux bobines réceptrices décalées de 180 degrés électriques,
- les figures 5 à 7 illustrent la technologie de réalisation du stator.

La figure 1 illustre la principe du capteur de l'invention. L'exemple choisi est celui d'un capteur à 4 pôles ( $p = 2$ ).

Le capteur de l'invention comprend un rotor 10 et un stator 20.

Le rotor 10 comporte deux lobes 11 et 12, soit un lobe par paire de pôles. Le rotor est constitué d'un empilage de tôles magnétiques, et la forme donnée aux tôles est choisi pour que le flux dans l'entrefer ait une forme s'approchant aussi près que possible d'une sinusoïde.

Le rotor comprend avantageusement une ouverture centrale 13 pour lui permette d'être calé sur l'arbre d'un moteur à piloter.

Le stator, également formé d'un empilage de tôles magnétiques, comprend une couronne 21 et une pluralité de dents 22, de section rectangulaire, dirigées vers l'intérieur. Dans l'exemple décrit, les dents sont au nombre de 8; plus généralement, le nombre de dents est un multiple du produit  $2n.p$ ,  $n$  étant le nombre de phases du capteur,  $p$  étant le nombre de paires de pôles du capteur.

Chaque dent possède deux bobines telles que 23 et 24, disposées de préférence de manière coaxiale.

Les bobines 23, appelées bobines émettrices, sont toutes reliées en série, l'ensemble étant connecté à une source E1E2 de tension ou de courant alternatifs, de fréquence comprise de préférence entre 1 et 10 kHz (figure 2). L'entrée  $e$  de la bobine émettrice d'une dent donnée est reliée à l'entrée  $e$  de la bobine émettrice d'une dent adjacente, de sorte que les flux émis par les bobines émettrices de ces deux dents soient de sens opposés. La sortie  $s$  d'une bobine émettrice est reliée à la sortie  $s$  de la bobine émettrice de la dent voisine.

La figure 3 montre la tension aux bornes d'une bobine réceptrice 24.

En mettant en série deux bobines réceptrices dé-

calées d'un angle électrique de 180 degrés, on obtient le signal représenté dans la figure 4, qui est débarrassé de la composante continue et des harmoniques pairs. L'enveloppe de ce signal représente, à un facteur d'échelle près, l'angle de rotation du rotor par rapport au stator à partir d'une origine arbitraire.

Dans l'exemple de la figure 2, on a mis en série toutes les bobines décalées de 180 degrés électriques, ce qui permet de recueillir deux signaux entre les bornes S1 et S2 d'une part, et S3 et S4 d'autre part, ces signaux étant déphasés de 90 degrés électriques. On obtient par ce capteur l'équivalent d'un résolver multipolaire diphasé.

En mettant 12 dents au stator, on obtiendrait un capteur équivalent à un résolver multipolaire triphasé.

Le capteur de l'invention permet de piloter un moteur sans électronique placée sur le moteur lui-même.

Le pilotage actuel d'un moteur dit "trapèze" nécessite la présence sur le moteur de capteurs à effet Hall pour mesurer la position du rotor par rapport au stator; il est en outre indispensable de disposer d'un tachymètre pour connaître la vitesse du moteur et pouvoir la faire varier.

L'utilisation du capteur de l'invention permet de piloter le moteur sans électronique embarquée sur le moteur. Il est possible de réaliser les signaux de commande nécessaires au pilotage à partir des signaux du capteur, au moyen d'un circuit électronique qui pourra être placé loin du moteur et par conséquent loin des perturbations dues aux vibrations et aux échauffements.

Pour le pilotage des moteurs dits "sinus", actuellement pilotés par des résolveurs qui fournissent position du rotor par rapport au stator et vitesse du moteur, le capteur de l'invention est utilisable directement, si le nombre de ses pôles est égale à celui des pôles du moteur, et donc sans nécessiter de circuit d'adaptation à la polarité, comme c'est le cas avec un résolver.

Les figures 5 à 7 montrent divers éléments pour la réalisation pratique du stator du capteur.

La bobine statorique est réalisée à partir d'un mandrin en plastique 41, muni de broches de connexion et de fixation 42.

Après enroulement du fil et soudure des connexions aux broches (figure 5), les bobines sont enfilées sur les dents du circuit magnétique (figure 6).

L'ensemble est embroché sur une plaque de circuit imprimé 44 en forme de couronne, comprenant des trous 45 pour l'enfichage des extrémités de broche, certains de ces trous étant réunis par des dépôts conducteurs 46 réalisant les connexions électriques nécessaires (fig. 7).

Cette technologie permet un montage très rapide du stator du capteur qui est par conséquent d'un prix de revient acceptable.

L'invention s'applique à la réalisation de capteurs de pilotage pour toutes dimensions de moteur, en particulier pour les petits moteurs.

En outre le capteur peut être utilisé dans un moteur à rotor noyé dans un liquide hydraulique, le rotor du capteur étant noyé avec le rotor du moteur.

## Revendications

1/ Capteur pour la mesure de la position angulaire d'un rotor par rapport à un stator, caractérisé en ce qu'il comprend un rotor (10) en matériau magnétique comprenant  $2p$  lobes,  $p$  étant un nombre entier, et, autour du rotor, un stator (20) en matériau magnétique comprenant des dents (22) en nombre égal à un multiple de  $2n.p$ ,  $n$  étant le nombre de phases du capteur, chaque dent étant entourée par une première bobine (23) dite excitatrice et par une seconde bobine (24) dite réceptrice, les bobines excitatrices étant reliées en série phase par phase et disposées sur les dents de manière que les flux magnétiques produits par ces bobines dans deux dents adjacentes soient dirigés dans des sens opposés, l'ensemble desdites bobines excitatrices étant alimentées par une tension ou un courant alternatifs, les paires de bobines réceptrices (24) relatives à une même phase et décalées de 180 degrés électriques étant mises en série, l'enveloppe du signal aux bornes de chacune de ces paires de bobines réceptrices représentant à un facteur d'échelle près l'angle de rotation dudit rotor par rapport audit stator.

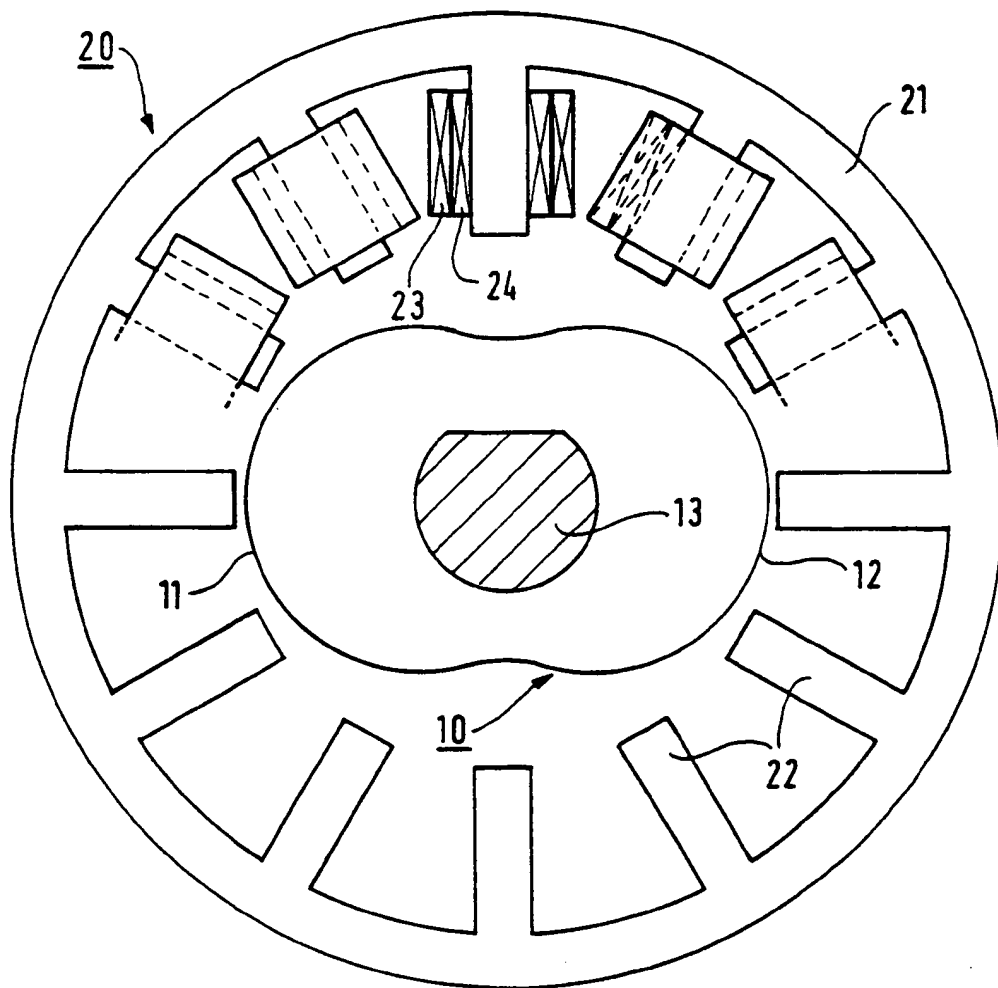
2/ Capteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les diverses paires de bobines réceptrices (24) relatives à une même phase sont toutes mises en série.

3/ Capteur selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que sur chaque dent, les bobines émettrice (23) et réceptrice (24) sont disposées de manière coaxiales.

4/ Capteur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que chacune des bobines émettrice (23) et réceptrice (24) est bobinée sur un mandrin (41) muni de broches (42) et qu'après enfilage de toutes les bobines sur les dents (22) du circuit magnétique statorique, les broches sont positionnées et soudées dans les trous (45) d'un circuit imprimé (44) muni de liaisons (45) de connexion.

5/ Capteur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la fréquence d'alimentation des bobines excitatrices est comprise entre 1 et 20 kHz.

FIG. 1



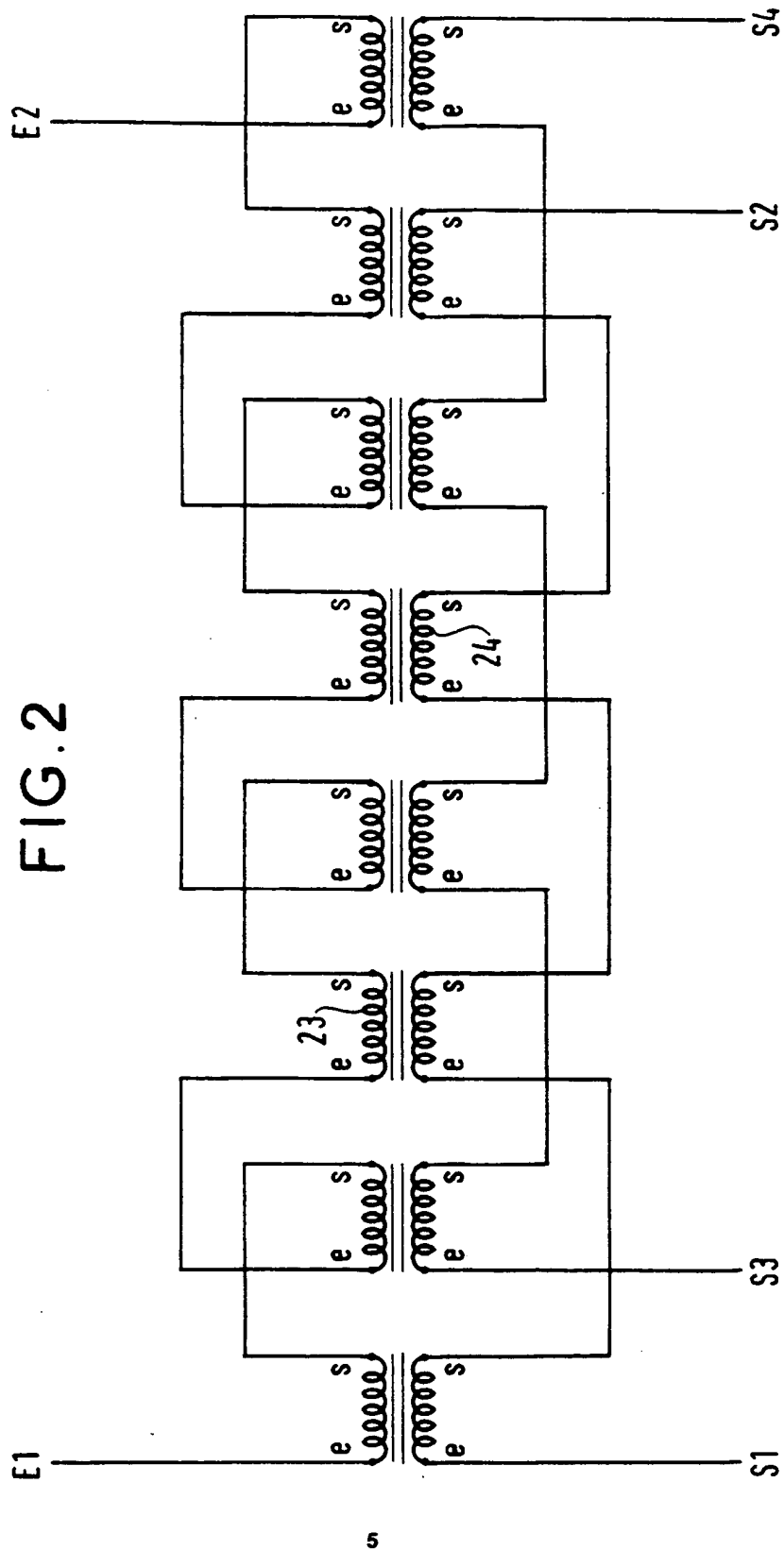


FIG. 3

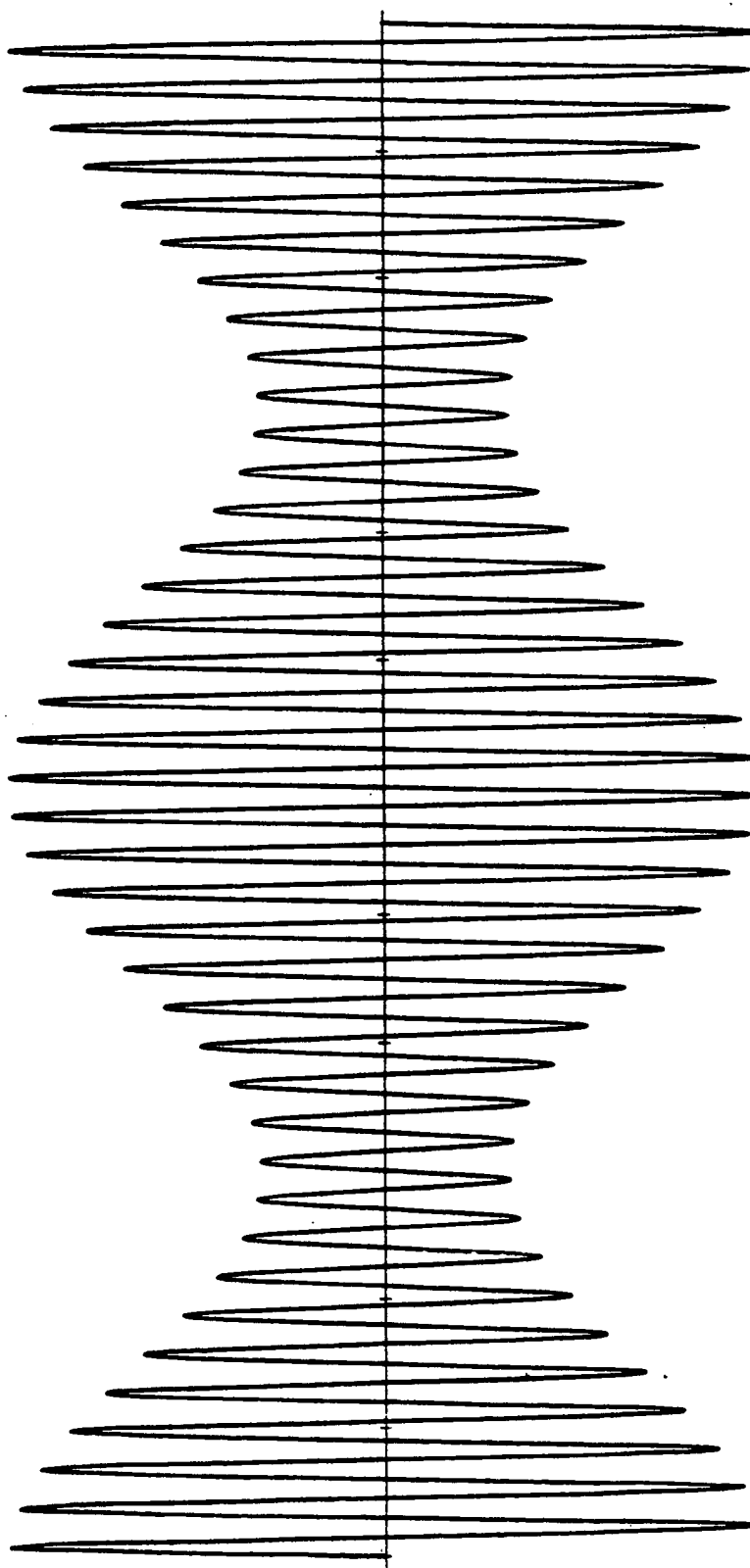


FIG. 4

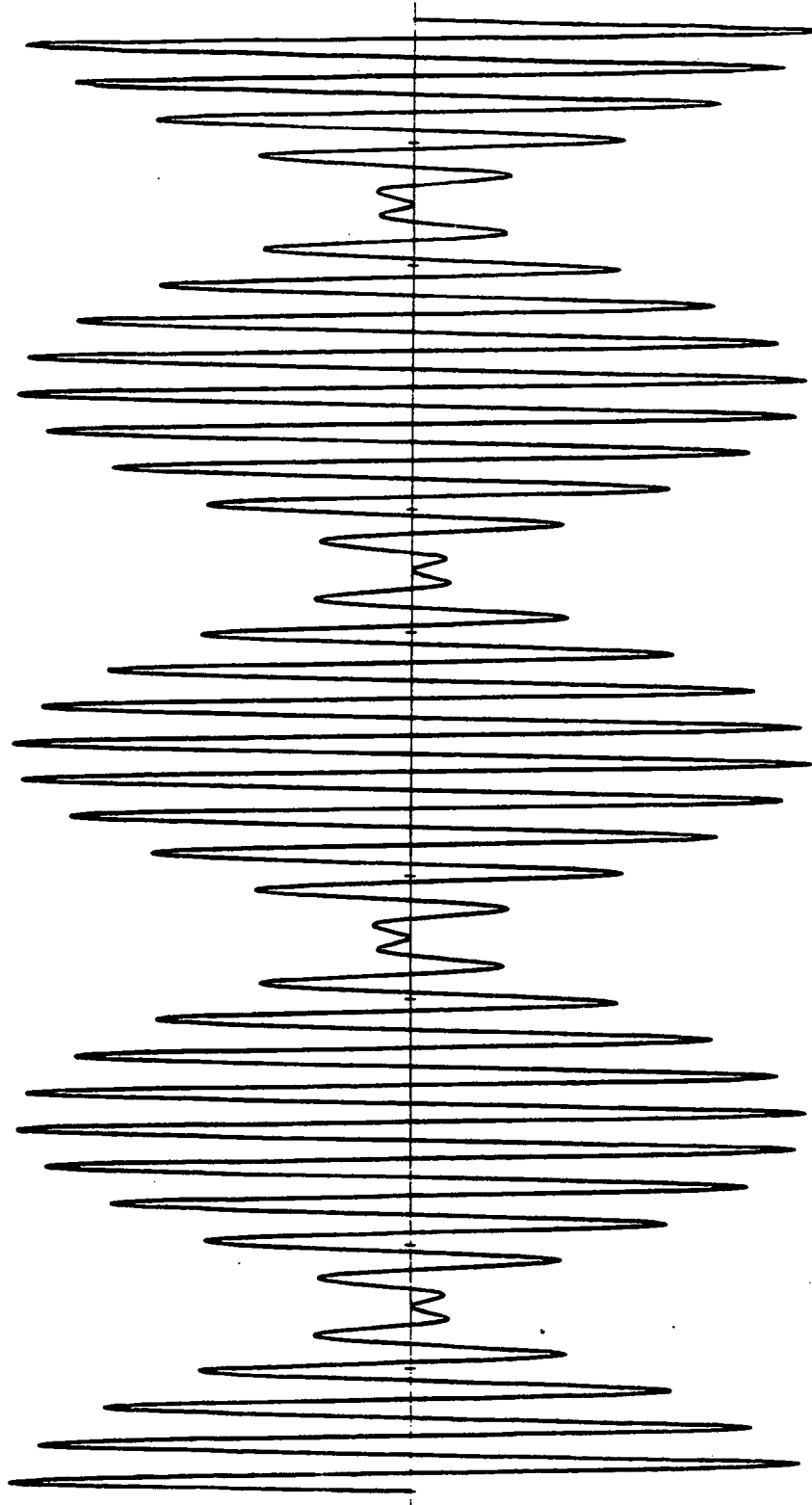


FIG. 5

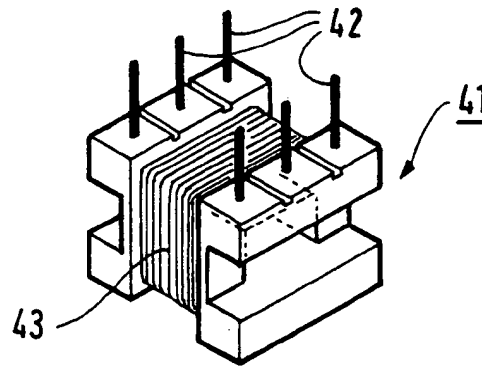


FIG. 6

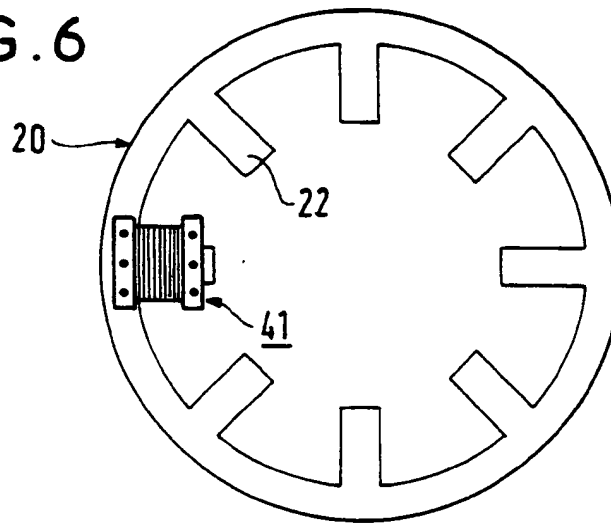
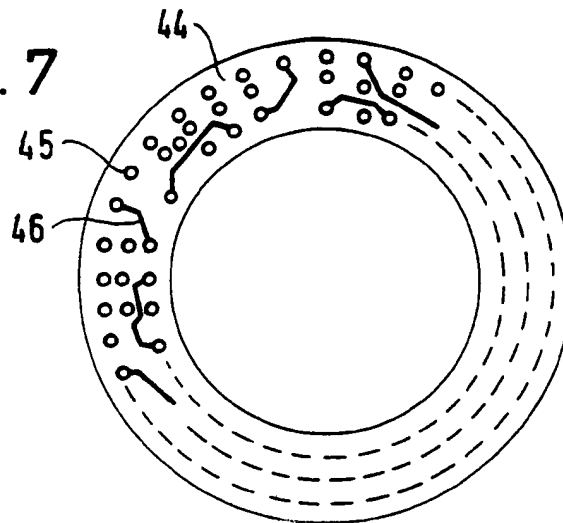


FIG. 7





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 1919

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	EP-A-0 210 927 (REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT) * page 5, ligne 18 - ligne 35; figure 1 *	1-3	G01P3/46 G01D5/20
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 171 (P-140)4 Septembre 1982 & JP-A-57 088 317 ( S G:KK ) 2 Juin 1982 * abrégé *	1-3	
A	FR-A-2 637 683 (ALSTHOM) * page 6, ligne 7 - ligne 10; figures 6,7A,7B *	5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			G01P G01D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 01 OCTOBRE 1992	Examinateur LUT K.
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 (01.91) (P0402)